

# Meenutusi kosmose-aparaatide ehitamisest Tartus

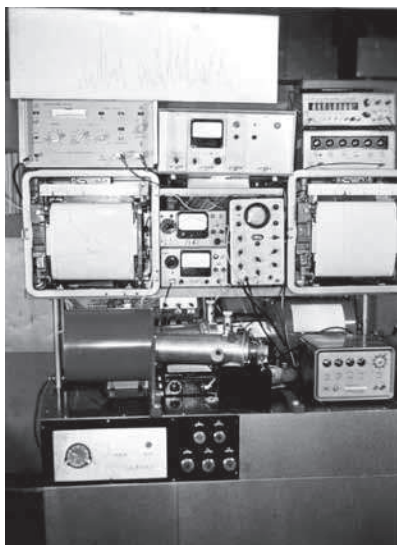
VALDUR TIIT

## Eellugu

Kosmoseajastu alguseks peetakse 1957. aasta 4. oktoobrit, kui esimest korda maailmas lennutati Nõukogude Liidust maalähedasele orbiidile esimene Maa tehiskaaslane. See sai üldlevinud nime „sputnik”. Ene-Margit Tiit ja sinse kirjatöö autor pakkusid „tehiskaaslast” vasteks sõna „lunoid”, mida seni on harva kasutatud.

Kosmoseajastu algus mõjutas väga oluliselt ENSV TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi Tartu (Tõravere) observatooriumi ja eriti aparaadiehituse laboratooriumi APES (hiljem Füüsika Instituudi sektor) arengut.

Senine APES-i maapealse astronoomia ja geofüüsika rakenduslik suund täienes kosmoseuuringute jaoks oluliste töödega. Selle käigus valmistati väga tundlikke vaakumultaviolettkiirguse (VUV, silmale nähtamatu kiirgus, mille lainepikkus on alla 200 nm; inimese silm näeb kiirgust lainepikkuste vahemikus 380–780 nm) tajureid, kontroll-lampe ja ehitati vaakumultaviolettkiirguse vaakummonokromaatoreid (sh maailma esimene peegelvõredega kahekordne vaakummonokromaatoreid TVM-3, foto 1). APES oli aastail 1965–1970 üks paremaid kosmose VUV-kiirguse mõõtmise tugipunkte maailmas.



**Foto 1.** APES-is välja töötatud ja konstrueeritud ning TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi (FAI) töökojas Tõraveres aastail 1967–1968 valmistatud maailma esimene peegelvõredegaga kahekordne VUV-kiirguse vaakum-monokromaator TVM-3



**Foto 3.** TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi direktor akadeemik Aksel Kipper (vasakul; Tartu (Tõraver) observatooriumi ehitamise peamine initsiaator) ja sektorijuhataja akadeemik Harald Keres vestlemas 1970. a lõpus APES-i uues majas, FAI aparaadiehituse A-hoones

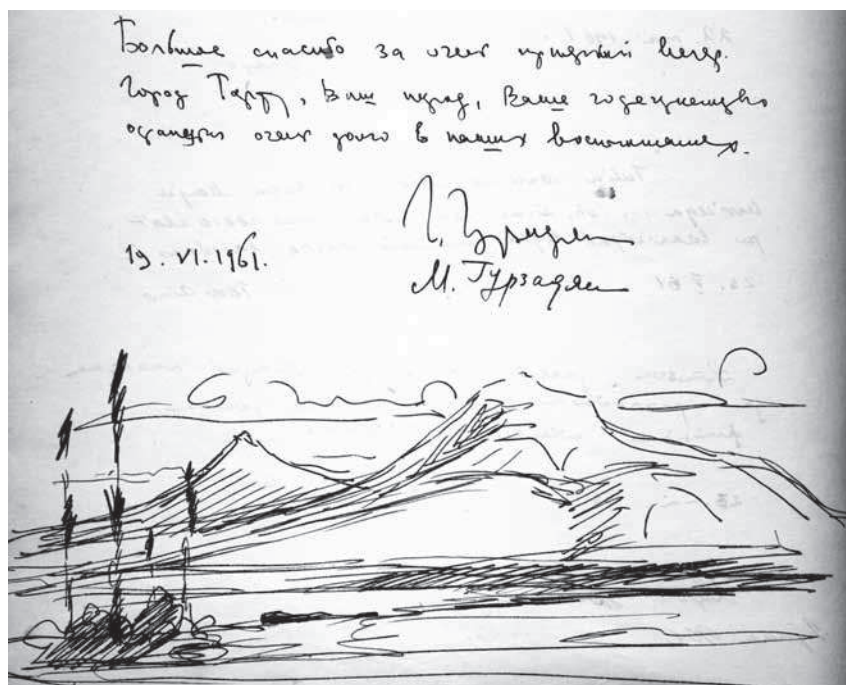


**Foto 2.** FI aparaadiehituse A-hoone (APES-i maja) Tartus 1970. a lõpus linna servas Riia maantee ääres

Idee ehitada Tartus monokromaatoreid põrkus alguses suurele vastuseisule ja seda peeti lausa avantüristlikuks ettevõtmiseks. Ometi näitas edasine areng, et see valdkond aitas edendada teadus-aparaadiehitust nii Tartus kui ka Nõukogude Liidus. Peamiselt monokromaatorite loomise ja rakendamise toel sai rajada Füüsika Instituudi aparaadiehituse hoonekompleksi. Hiljem, APES-i sulgemise järel, sai see koduks Tartu Teaduspargile.

## Kõik algas nii

Esimesed kavad mõõta rakettidele paigaldatava aparatuuriga tähtede vaakumultraviolettkiirgust footoniloendajatega spektrivahe- mikus 100–150 nm koos Būrakani astronoomiaobservatooriumi täheteadlastega ei realiseerunud. Kuid kontaktid Būrakani observa- tooriumi teadlastega (eriti Gregor Gursadjaniga) andsid olulise im- pulsi edasistele töödele Tartus.



**Foto 4.** Gregor Gursadjan koos abikaasaga külastas meie pere kodu ja joonistas külalisraamatusse Ararati mäe pildi



**Foto 5.** APES-is valmistatud footoniloendajad. Vasakult esimene, FLOM-120, oli kasutusel raketustel katsetustel koostöös Krimmi astrofüüsikaobservatooriumiga, parempoolne lendas fotomeetris RUF

Edasine koostöö Krimmi astrofüüsikaobservatooriumi töötajatega (direktor Andrei Severnõi, Nikolai Dimov, Andrei Bruns) oli aga tulemuslik. APES-is tegime footoniloendajaid, mis registreerisid kiirgust kas vahemikus 105–135 nm või siis ainult vesiniku joonel 121,6 nm. Krimmi töötajad tegid kõik muu vajaliku ja ühtlasi eksperimendid. Aparatuur viidi üles raketite abil ja teadaolevalt olid need Nõukogude Liidus esimesed vaakumultaviolettkiirguse mõõtmised kosmoses.

Edaspidi mõõdeti kosmiliste objektide kiirgust nimetatud spektrialas koostöös Moskva ülikooli Šternbergi-nimelise astronoomiaobservatooriumiga (Vladimir Kurt jt) kosmoserakettidel, millest mõned lendasid planeet Veenuse juurde. Tartus uuriti tajurite spektraalseid omadusi ja tehti absoluutne kalibreering, sest APES-is oli selleks ajaks ehitatud unikaalne spektraalaparatuur. Hea meel on märkida, et Leningradi (nüüd Peterburi) optikainstituudis valmistati meie vaakummonokromaatorite jaoks kiiresti vajalikke väga häid difraktsioonivõresid (nn Gerassimovi tooted).

## Maa ilma esimene orbitaalne astronoomia-observatoorium (OAO)

Kui esmased kogemused olid omandatud, jätkus mahukas kosmoseaparaatide ehitamise töö. Füüsika ja Astronoomia Instituut tegi NSV Liidu Astronoomia Nõukogule ettepaneku ehitada väikeste telesko-

pidega varustatud astronoomiline tehiskaaslane, mis mõõdaks tähtede kiirgust väljaspool Maa atmosfääri. Ettepaneku autor Valdur Tiit esitas kava Moskvas rakendusmatemaatika instituudis koosolekul, mille astronoomia nõukogu oli sel eesmärgil kokku kutsunud. Koosolekut juhatas maailmakuulus astrofüüsik, Bürakani observatooriumi (Armeenia) direktor akadeemik Viktor Ambartsumjan.

Arutelu tulemusena otsustati idee realiseerida Füüsika ja Astronoomia Instituudi, Moskva ülikooli Šternbergi-nimelise astronoomiaobservatooriumi ja NSVL TA Krimmi astrofüüsikaobservatooriumi koostöös. Hiljem otsustati, et tehiskaaslase teadusaparatuuri mehaanika- ja elektroonikaosa valmistab põhiliselt Üleliiduline Aparaadiehituse Teadusuuringute Instituut.

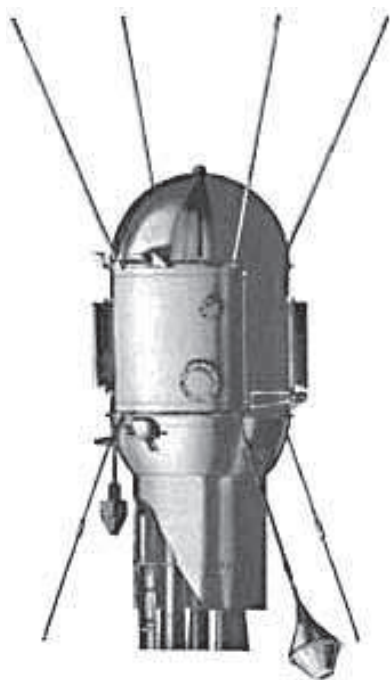
Teadaolevalt maailma esimese töötava maavälise orbitaalse astronoomiaobservatooriumi (USA-st varem orbiidile viidud ligilähedalt analoogiline aparaat ei hakanud tööle) väikesed teleskoobid mõõtsid nähtavat valgust, ultraviolet- ja röntgenkiirgust kaheksa tajuriga. Nimetatud asutuste viljakas koostöös valminud astronoomiaobservatoorium (koodnimega Metsvint) viidi 18. aprillil 1968 Volgogradi lähedalt Kapustin Jari raketodroomilt edukalt orbiidile tehiskaaslase Kosmos-215 pardal (vt fotot 6). Kõik tajurid töötasid umbes kuu aega, kuni patareid tühjenesid.

Kirjeldatud OAO-l kasutati aparatuuri kontrolliks APES-is valmistatud väikeste VUV-kiirgusallikatena vesiniklampe (vt fotot 8).

Lendav observatoorium polnud ruumis kindlalt orienteeritud ja tema asend tähtede suhtes määrati hiljem arvutuste alusel (Arved Sapar jt). Saadud mõõtmistulemusi kasutas oma dissertatsiooni koostamisel ka Tartu observatooriumi teadlane Kalju Eerme.

## Radiomeeter SFM–4UF

Ühe Moskva rakenduslike kosmoseuuringute instituudi tellimusel asuti TA Füüsika Instituudi aparaadiehituse sektoris aastal 1970 ehitama Maa atmosfääri ja Kuu kiirguse mõõtmiseks ultraviolet-kiirguse orbitaalset radiomeetrit (fotomeetrit SFM–4UF, meie nimega Roos). Tema optiline osa koosnes kahest 10 cm läbimõeduga peegelteleskoobist ja abipeeglitest, mis suunasid kiirguse läbi valgusfiltrite kahest eri suurusega ruuminurgast fotokordistitele. Nii



**Foto 6.** Tehiskaaslase Kosmos-215 vaade. Tema ülaosale oli kinnitatud plaat teleskoopidega



**Foto 7.** Üks orbitaalse astronoomiaobservatooriumi teleskoopidest



**Foto 8.** APES-is OAO VUV-teleskoopide töö kontrollimiseks valmistatud väikesed VUV-kiirusallikad – vesiniklambid



**Foto 9.** OAO loomisega kõige rohkem seotud FAI töötajad. Vasakult: Riho Nõmmik (nüüd Moskvast töötav kuulus teadlane kosmoseuuringute alal), akadeemik Arved Sapar, Aime Tootsi ja Valdur Tiit



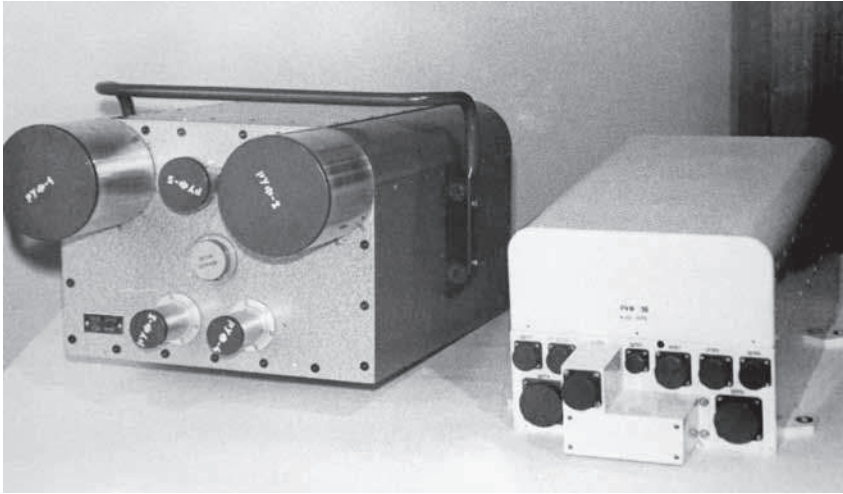


**Foto 10.** Radiomeetri SFM–4UF mehaanikaosa konstruktorid Mati Meos ja Jüri Käosaar koos oma loominguga

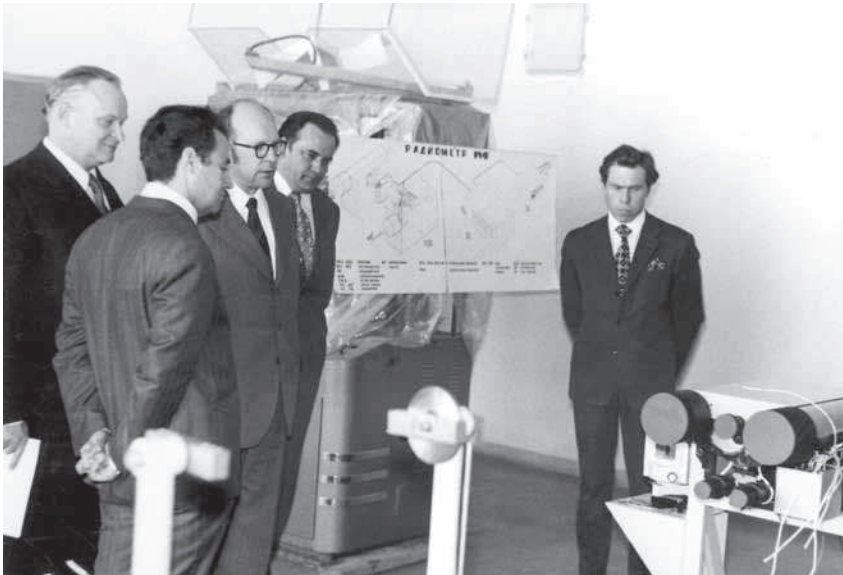
oli võimalik ilma liikuvate osadeta registreerida ultraviolettkiirgust korraga kahest ruuminurgast kahes ultraviolettkiirguse spektrilõiguses. Maa tehiskaaslase orbiidile viidi radiomeeter Baikonuri kosmodroomilt. Radiomeetri tööd orbiidil juhtis kosmonaut. Mõõtetulemused edastati analüüsimiseks maale telemeetriasisüsteemi abil. Ühte radiomeetri SFM–4UF komplekti demonstreeriti NSV Liidu kosmoselaeva koosseisus ka rahvusvahelisel näitusel Pariisis. Radiomeetri SFM–4UF üldskeemi oli välja töötanud aparaadi peakonstruktor Valdur Tiit, kuid projekteerimisest ja ehitamisest võtsid osa paljud APES-i töötajad (Neeme Elmet, Mati Meos, Jüri Lepp, Jüri Käosaar, Elmo Märtinson jt).

## Spektrofotomeeter RUF

Sama Moskva rakenduslike kosmoseuuringute instituudi tellimusel asuti 1975. aastal Maa atmosfääri ja Kuu kiirguse mõõtmiseks ehitama täiuslikumat orbitaalset spektrofotomeetrit RUF (meie nimega Tulp). Selle üldskeemi töötas välja aparaadi peakonstruktor Valdur Tiit, projekteerimisest ja ehitamisest võtsid osa paljud APES-i ja TA



**Foto 11.** Automatiseeritud spektrofotomeetri Tulp optika-mehaanika- ja elektroonikaplokk



**Foto 12.** Kõrged külalised tutvuvad APES-is spektrofotomeetriga Tulp viimase katsestendi juures. Vasakult: Eesti NSV TA president akadeemik Karl Rebane, külaline Moskvast, peakonstruktor Valdur Tiit, Füüsika Instituudi asedirektor Jakov Kirs ja TA SKB Tartu filiaali direktor Teet Rätsep





**Foto 13.** APES-i töötaja Rimma Šatskina Baikonuri kosmodroomil kanderaketi mälestusmärgi juures

spetsiaalse konstrueerimisbüroo Tartu filiaali töötajad. Spektrofotomeetril RUF oli kaks peegelteleskoopi, mis suunasid kiirguse üle ühe ja sama difraktsioonivõre tajuritele – fotoelektronkordistitele. Et üksikuid objekte paremini eristada, oli spektrofotomeetri optilises skeemis kasutatud ka pöörlevat rasterpeeglit. Lisaks oli veel kaks väiksemat teleskoopi, mis toitsid APES-is tehtud footoniloendajaid.

Spektrofotomeeter valmistati FI aparaadiehituse sektori ja TA SKB Tartu filiaali koostöös, kusjuures viimasena mainitud filiaali roll mehaanika- ja elektriosa projekteerimisel ning ehitamisel oli määrav. Spektrofotomeetri RUF laborikatsed kõrgvaakumis eri temperatuuridel (kosmoselennu imitatsioon) tehti APES-is Tartu Riiklikus Ülikoolis (laborijuhataja Arved Tammik jt) valmistatud unikaalsel kuumutataval ja jahutataval (ligikaudne temperatuurivahemik –50 kuni +50 °C) kõrgvaakumstendil.

Aparaat RUF töötas automaatselt. Kui teleskoobid hakkasid jaa-ma liikumise tõttu pöörduma Päikese poole, siis sulges kaitstesüsteem nende avad, et optiline süsteem ega kiirgustajurid ära ei põleks.

Kasulik informatsioon, mis saadi Maa atmosfääri või Kuu kiirguse mõõtmisel, salvestati kosmoselaevas ja saadeti sideseansside

ajal telemeetriasüsteemi abil Maale. Spektrofotomeeter RUF viidi Maa tehiskaaslase orbiidile Baikonuri kosmodroomilt kosmoselaevade Saluut koosseisus. Seal käis aparatuuri tööks häälestamas mitu APES-i töötajat. Fotol 13 seisab APES-i töötaja Rimma Šatskina kanderaketi mälestusmärgi juures.

## Lõppsõna

Kuulsusrikkast Tartu Tähetornist pärast Teist maailmasõda välja kasvanud teadusasutuste töötajatel oli õnnelik võimalus aktiivselt ja tulemuslikult osaleda kosmoseajastu alguses aktuaalseks muutunud töödes. Nende hulgas võib üheks olulisemaks pidada siit võrsunud ideed luua orbitaalne astronoomiaobservatoorium. Koos Moskva ja Krimmi teadlastega viidi mõte edukalt ellu. Saatuse tahtel osutus see esimeseks sellelaadseks eksperimendiks maailmas. Märkimisväärne oli nii APES-i ja SKB Tartu filiaali kui ka Tartu (Tõravere) observatooriumi töötajate tegevus radiomeetrite ehitamisel ja raketdamisel kosmoseuuringutel.

Praeguseks ajaks on kosmosetehnika kõvasti edasi arenenud ja leidnud laialdase rakenduse mitmetes eluvaldkondades. Kuid on hea meenutada, et paljud Tartu inimesed on andnud oma panuse kõnealuse valdkonna arengusse selle algusaastail.